

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-311727  
 (43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.CI.

G05D 23/19  
 G05D 23/00  
 // A01K 63/06  
 B01J 3/04

(21)Application number : 08-126652

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

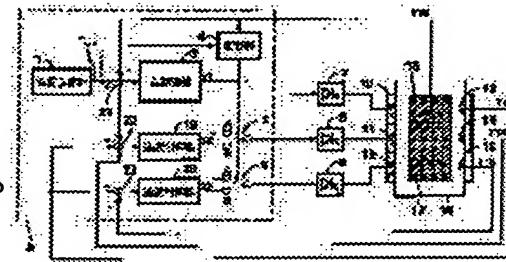
(22)Date of filing : 22.05.1996

(72)Inventor : TANAKA YASUO

**(54) METHOD AND UNIT FOR HEATING AND CONTROLLING PRESSURIZED TANK****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform temperature control without generating thermal strain at a transient time by controlling the wall temperature of a pressurized tank, heated by a heating means, to pressurized tank wall temperature raised under the control of one specific heating means.

**SOLUTION:** The beginning of heating control is a transient time, so switches 5 and 6 are switched to transient controller sides B by a switch 4. Transient controllers 19 and 20 perform control operation so that pressurized tank wall temperatures T14 and T15 raised by heaters 11 and 12 reach a pressurized tank wall temperature T13 obtained by a heater 10, and electric power control is started through thyristors 8 and 9. The heater 10 is brought under the electric power control of a main controller 2 through a thyristor 7 so that the liquid temperature T16 in the tank reaches a target value, and the heaters 11 and 12 also interlock with the heater 10 through the pressurized tank wall temperature as a medium, so when the difference  $\Delta T$  between the liquid temperature in the tank and the target value becomes less than a threshold value, the switches 5 and 6 are switched to main controller sides A. Then the heaters 11 and 12 are both switched to in-tank liquid temperature control by the main controller 2.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-311727

(43)公開日 平成9年(1997)12月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 5 D 23/19  
23/00  
// A 0 1 K 63/06  
B 0 1 J 3/04

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 5 D 23/19  
23/00  
A 0 1 K 63/06  
B 0 1 J 3/04

技術表示箇所  
G  
H  
A  
D

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-126652

(22)出願日 平成8年(1996)5月22日

(71)出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72)発明者 田中 康夫

兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1

号 三菱重工業株式会社神戸造船所内

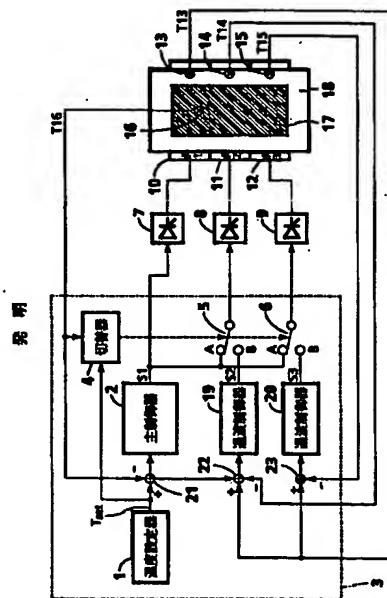
(74)代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 加圧槽加温制御方法及び装置

(57)【要約】

【課題】液体を加圧する加圧槽を複数N台の分割されたヒータで外部より加温する場合に、加温制御過渡時に熱歪を発生させずに、温度制御を行うこと。

【解決手段】主制御器2と槽内温度検出器16の他に、N=3の例でいうと、第1～第3のヒータ10～12によりそれぞれ加温される加圧槽18の3個所の壁温T13、T14、T15を測定する3個の壁温検出器13～15と、第1過渡制御器19と、第2過渡制御器20と、加温制御が過渡時か否かを判定する手段とを設け、加温制御が過渡時である場合は、第1ヒータ10に対し槽内液体温度T16が目標値Tsetに一致するように主制御器2により制御を行うと共に、第2及び第3のヒータ11、12に対し対応する加圧槽壁温T14、T15が第1ヒータ10により加温される加圧槽壁温T13に一致するように第1過渡制御器19と第2過渡制御器20により制御を行い、加温制御が過渡時でない場合は、全てのヒータ10～12に対して共通に、槽内液体温度T16を目標値Tsetに一致させる制御を主制御器2により行う。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】海水等の槽内液体を加圧する加圧槽を複数の分割された加熱手段で外部より加温する際に、槽内液体の温度を目標値に制御する加圧槽加温制御方法において、

温度検出手段により槽内液体の温度と、複数台の加熱手段でそれぞれ加温される加圧槽各部の壁温とを測定すること、

加温制御が過渡時か否かを判定すること、

加温制御が過渡時である場合は、特定1台の加熱手段に對し槽内液体温度の測定値と目標値を用いて、槽内液体温度が目標値に一致するように制御を行うと共に、残りの加熱手段に對し加圧槽各部の壁温の測定値を用いて、同残りの加熱手段により加温される加圧槽壁温が前記特定1台の加熱手段により加温される加圧槽壁温に一致するように制御を行うこと、及び、

加温制御が過渡時でない場合は、全ての加熱手段に對して共通に、槽内液体温度の測定値と目標値とを用いて槽内液体温度を目標値に一致させる制御を行うこと、を特徴とする加圧槽加温制御方法。

【請求項2】海水等の槽内液体を加圧する加圧槽を外部より加温する複数N台の分割された加熱手段を制御することにより、槽内液体の温度を目標値に制御する加圧槽加温制御装置において、

槽内液体の温度を測定する槽内温度検出手段と、N台の加熱手段により加温される加圧槽N個所の壁温をそれぞれ測定するN個の壁温検出手段と、

目標値と槽内温度検出手段で測定される槽内液体温度の測定値に基づき、槽内液体温度を目標値に一致させるように、N台の加熱手段に対して制御を行う主制御手段と、

壁温検出手段で測定されるN個所の加圧槽壁温の測定値に基づき、特定1台の加熱手段により加温される個所の加圧槽壁温に残りN-1台の加熱手段により加温されるN-1個所の加圧槽壁温を一致させるように、残りN-1台の加熱手段に対してそれぞれ制御を行うN-1個の過渡制御手段と、

加温制御が過渡時か否かを判定し、加温制御過渡時であると判定する場合には前記特定1台の加熱手段に対して主制御手段により制御を行わせると共に前記残りN-1台の加熱手段に対して過渡制御手段により制御を行わせ、加温制御過渡時でないと判定する場合には残りN-1台の加熱手段に対しても過渡制御手段に代えて前記特定1台の加熱手段と共に主制御手段により制御を行わせる制御切替手段と、を具備することを特徴とする加圧槽加温制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

\*

$$T13 = H/Q1, \quad T14 = H/Q2, \quad T15 = H/Q3 \quad \dots \text{数1}$$

【0007】このような温度差が加圧槽18に熱歪を生じさせ、最悪の場合には、加圧槽18にリークを生じさせ、

50

じさせ、最悪の場合には、加圧槽18にリークを生じさせ、

\* 【発明の属する技術分野】本発明は海水等の液体を加圧する加圧槽の加温制御方法及び装置に関し、深海バイオ実験用培養槽等の槽内液体を温度制御する場合に適用して有用である。

## 【0002】

【従来の技術】深海バイオ実験に用いられる加圧槽では、培養環境の実現のために、槽内の海水等の液体を加圧すると共に適切な温度に加温する。従来の深海バイオ実験用培養槽の加圧槽加温制御装置は、図2に例示するようなものである。

【0003】図2の従来例において、加圧槽18の外面には第1～第3計3台のサイリスタ7、8、9からそれぞれの出力電力を供給されて発熱する第1～第3計3台のヒータ10、11、12が密着されている。このような加圧槽18の中に液体17を充満し、加圧槽18を3台のヒータ10、11、12で外部から加温することにより、槽内液体17を例えば300°Cという槽内温度目標値Tsetに加温する。槽内温度目標値Tsetは温度設定器1で設定され、その値Tsetと槽内温度検出器16で測定した液体温度T16との差を加算器21で求め、主制御器2に送る。主制御器2は、その差がゼロになるように、P I D制御演算を行って各サイリスタ7、8、9に共通の制御信号を出力する。制御信号は各サイリスタの出力電力を共通に決定する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の加圧槽加温制御装置には、下記の理由により、加温制御の初期等、加温制御過渡時において加圧槽18に熱歪を生じさせるという問題がある。

【0005】即ち、第1ヒータ10、第2ヒータ11及び第3ヒータ12は、主制御器2から出力される共通の制御信号により第1～第3各サイリスタ7、8、9を通じて電力制御される。従って、これら3台のヒータ10～12の発熱量は互いに同じである。しかし、各ヒータ10～12が取り付けられている加圧槽18各個所の熱容量は一般に同一になり難くそれぞれ異なる。そのため、発熱量が大きい加温制御過渡時においては、次式数1に示すように、加圧槽18各個所の壁温間に大きな差が生じる。なお、数1において、T13は第1ヒータ10が設けられている個所の壁温を表し、T14は第2ヒータ11が設けられている個所の壁温を表し、T15は第3ヒータ12が設けられている個所の壁温を表し、Hはヒータ発熱量を表し、Q1は第1ヒータ10が設けられている個所の熱容量を表し、Q2は第2ヒータ11が設けられている個所の熱容量を表し、Q3は第3ヒータ12が設けられている個所の熱容量を表すものとする。

## 【0006】

## 【数1】

【0007】このような温度差が加圧槽18に熱歪を生じさせ、最悪の場合には、加圧槽18にリークを生じさせ、

せる。

【0008】なお、加温制御の定常時（一定温度維持状態）には、各ヒータ10～12は微調整で動作するだけであり、ヒータ発熱量 $\Delta H$ が非常に小さくなるため、上記のような問題は生じない。

【0009】そこで本発明の課題は、液体を加圧する加圧槽を複数の分割されたヒータで外部より加温する場合に、加温制御過渡時に熱歪を発生させずに、温度制御を行うことができる方法及び装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の加圧槽加温制御方法は、温度検出手段により槽内液体の温度と、複数台の加熱手段でそれぞれ加温される加圧槽各部の壁温とを測定すること、加温制御が過渡時か否かを判定すること、加温制御が過渡時である場合は、特定1台の加熱手段に対し槽内液体温度の測定値と目標値を用いて、槽内液体温度が目標値に一致するように制御を行うと共に、残りの加熱手段に対し加圧槽各部の壁温の測定値を用いて、同残りの加熱手段により加温される加圧槽壁温が前記特定1台の加熱手段により加温される加圧槽壁温に一致するように制御を行うこと、及び、加温制御が過渡時でない場合は、全ての加熱手段に対して共通に、槽内液体温度の測定値と目標値とを用いて槽内液体温度を目標値に一致させる制御を行うことを特徴とする。

【0011】また本発明の加圧槽加温制御装置は、槽内液体の温度を測定する槽内温度検出手段と、N台の加熱手段により加温される加圧槽N個所の壁温をそれぞれ測定するN個の壁温検出手段と、目標値と槽内温度検出手段で測定される槽内液体温度の測定値とに基づき、槽内液体温度を目標値に一致させるように、N台の加熱手段に対して制御を行う主制御手段と、壁温検出手段で測定されるN個所の加圧槽壁温の測定値に基づき、特定1台の加熱手段により加温される個所の加圧槽壁温に残りN-1台の加熱手段により加温されるN-1個所の加圧槽壁温を一致させるように、残りN-1台の加熱手段に対してそれぞれ制御を行うN-1個の過渡制御手段と、加温制御が過渡時か否かを判定し、加温制御過渡時であると判定する場合には前記特定1台の加熱手段に対して主制御手段により制御を行わせると共に前記残りN-1台の加熱手段に対して過渡制御手段により制御を行わせ、加温制御過渡時でないと判定する場合には残りN-1台の加熱手段に対しても過渡制御手段に代えて前記特定1台の加熱手段と共に主制御手段により制御を行わせる制御切替手段とを具備することを特徴とする。

【0012】つまり、本発明では、複数台の加熱手段が加温する加圧槽の壁温をそれぞれ測定し、任意の1台の加熱手段については従来と同じく槽内液体温度を目標値に制御するが、それ以外の加熱手段についてはそれが加温している加圧槽壁温と前記任意の1台の加熱手段が加

温している加圧槽壁温とが一致するように制御する。これにより、過渡時を通じて各加熱手段に対応する加圧槽壁温が互いにほぼ同一に保たれ、且つ、槽内液体も目標値に加温される。従って、加圧槽に熱歪が発生し難くなり、加圧槽の熱歪によるリーク発生という問題を解決することができる。このような制御は過渡時においてのみ行い、定常時には従来と同じく全ての加熱手段について共通に槽内液体温度を目標値に制御するが、過渡時及び定常時を通じて行うことも可能である。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態に係る加圧槽加温制御方法及び装置を説明する。

【0014】図1に示す例では、加圧槽18は深海バイオ実験用培養槽等に用いられ、その中には海水等の液体17がそれの加圧のために充満され、この槽内液体17を加圧槽18の外部から3台に分割された制御可能な加熱手段で加温する。また、第1の加熱手段は第1のヒータ10とこのヒータに電力を供給する第1のサイリスタ7からなり、第2の加熱手段は第2のヒータ11とこのヒータに電力を供給する第2のサイリスタ8からなり、第3の加熱手段は第3のヒータ12とこのヒータに電力を供給する第3のサイリスタ9からなる。

【0015】第1～第3各ヒータ10～12は、それぞれ加圧槽18の上部、中部及び下部の外周に密着して巻き付けられており、対応する第1～第3サイリスタ7～9から供給される電力に応じて発熱し、加圧槽18を外部から加温する。各サイリスタ7～9の出力電力は制御信号により決定される。

【0016】本実施の形態では、槽内液体17を加圧する加圧槽18を複数N台の分割された加熱手段で外部より加温して槽内液体17の温度を目標値に制御する際に、（1）基本的には、温度検出手段により槽内液体の温度と、各加熱手段でそれぞれ加温される加圧槽各部の壁温とを測定し、任意1台の加熱手段に対しは槽内液体温度の測定値と目標値を用いて槽内液体温度を目標値に一致させる制御を行い、残りの加熱手段に対しは加圧槽各部の壁温の測定値を用いて同残りの加熱手段により加温される加圧槽壁温を前記任意1台の加熱手段により加温される加圧槽壁温に一致させる制御を行うものとするが、これに加えて、（2）加温制御が過渡時か否かを判定し、加温制御が過渡時である場合にのみ、上記任意1台の加熱手段に対し槽内液体温度を目標値に一致させる制御と、残りの加熱手段に対し同残りの加熱手段により加温される加圧槽壁温を前記任意1台の加熱手段により加温される加圧槽壁温に一致させる制御とを行い、加温制御が過渡時でない場合は、全ての加熱手段に対して共通に、槽内液体温度の測定値と目標値を用いて槽内液体温度を目標値に一致させる制御を行う。

【0017】また、このような方法を実現する加圧槽加

温制御装置は、図2に示すように、槽内液体17を加圧する加圧槽18の外部から3台に分割された加熱手段で外部より加温して槽内液体17の温度を目標値に制御する。

温制御装置としては、(1) 基本的には、槽内液体の温度を測定する槽内温度検出手段と、N台の加熱手段により加温される加压槽N個所の壁温をそれぞれ測定するN個の壁温検出手段と、目標値と槽内温度検出手段で測定される槽内液体温度の測定値に基づき、任意1台の加熱手段に対して、槽内液体温度が目標値に一致するよう制御を行う主制御手段と、壁温検出手段で測定されるN個所の加压槽壁温の測定値に基づき、残りN-1台の加熱手段に対して、同残りN-1台の加熱手段により加温される各個所の加压槽壁温が前記任意1台の加熱手段により加温される個所の加压槽壁温に一致するようにそれぞれ制御を行うN-1個の別の制御手段とを具備するものとするが、この装置構成に加えて、(2) 加温制御が過渡時か否かを判定し、加温制御過渡時であると判定する場合には前記任意1台の加熱手段に対して主制御手段により制御を行わせると共に前記残りN-1台の加熱手段に対して前記別の制御手段により制御を行わせ、加温制御過渡時でないと判定する場合には残りN-1台の加熱手段に対しても前記別の制御手段に代えて前記任意1台の加熱手段と共に主制御手段により制御を行わせる制御切替手段を具備する。

【0018】つまり、加温制御が過渡時であるか否かを判定し、加温制御過渡時においては、第1ヒータ10についてのみ第1サイリスタ7を通して従来と同じく槽内液体温度が槽内温度目標値に一致するように制御するが、第2ヒータ11及び第3ヒータ12については第2サイリスタ8及び第3サイリスタ9を通して、それ等ヒータが加熱している加压槽壁温と第1ヒータ10が加熱している加压槽壁温とが互いに一致するように制御する。加温制御定常時においては従来と同じく、第1～第3全ヒータ10～12について共通に第1～第3サイリスタ7～9を通して槽内液体温度が槽内温度目標値に一致するように制御する。

【0019】図1に示す加压槽加温制御装置は温度制御装置3と、第1～第3計3個の壁温検出手器13～15と、槽内温度検出手器16とを具備し、更に、温度制御装置3は温度設定器1と、主制御器2と、切替器4と、第1及び第2計2個のスイッチ5、6と、第2加熱手段のサイリスタ8用及び第3加熱手段のサイリスタ9用の第1及び第2計2個の過渡制御器19、20と、主制御器2用の加算器21と、第1及び第2過渡制御器19、20用の各加算器22、23とを具備する。切替器4と\*

\*第1及び第2スイッチ5、6とが、加温制御が過渡時か否かの判定と判定結果に基づく制御の切替を行う制御切替手段を構成する。

【0020】槽内温度検出手器16は、槽内液体17の温度を測定するために加压槽18に設置されており、槽内液体温度の測定値T16を切替器4及び主制御器用加算器21に与える。

【0021】第1～第3の壁温検出手器13～15は、第1～第3加熱手段の各ヒータ10～12が加熱している

10 加压槽18の3個所の壁温をそれぞれ測定するために設置されている。第1壁温検出手器13は第1加熱手段のヒータ10が巻き付けられている加压槽上部の壁に設置されており、この個所での加压槽壁温測定値T13を第1過渡制御器19用加算器22及び第2過渡制御器20用加算器23の両方に送る。つまり、本例では任意の特定1台の加熱手段として第1加熱手段を選定している。第2壁温検出手器14は第2加熱手段のヒータ11が巻き付けられている加压槽中部の壁に設置されており、この個所での加压槽壁温測定値T14を第1過渡制御器19用加算器22に送る。第3壁温検出手器15は第3加熱手段のヒータ12が巻き付けられている加压槽下部の壁に設置されており、この個所での加压槽壁温測定値T15を第2過渡制御器20用加算器23に送る。

【0022】温度設定器1は例えば300℃という槽内温度目標値Tsetを設定するものであり、その値は切替器4及び主制御器用加算器21に与えられる。

【0023】主制御器2は、目標値Tsetと槽内温度検出手器16で測定される槽内液体温度の測定値T16に基づき3台の加熱手段に対して共通に槽内液体温度を目標値Tsetに一致させる制御を行うために、差(Tset-T16)がゼロになるような制御演算を行って制御信号S1を出力する。この制御信号S1は第1加熱手段のサイリスタ7には直接、第2及び第3加熱手段の各サイリスタ8、9にはそれぞれ第1及び第2スイッチ5、6の主制御器側Aを通して与えられる。

【0024】制御信号S1はサイリスタの出力電力を決定する。本例では、制御信号S1はP I D制御の次式数2で得られ、この式に基づいて主制御器2が制御信号S1を算出する。

【0025】

【数2】

$$S1 = KP \{ (Tset - T16) + \frac{1}{TI} \int (Tset - T16) dt + TD \frac{d}{dt} (Tset - T16) \} \\ \dots \text{数2}$$

【0026】ここで、KP: P I D制御器のゲイン定数

TI: P I D制御器の積分定数

TD: P I D制御器の微分定数

Tset: 温度設定器1で設定される槽内温度目標値

T16: 槽内温度検出手器16で測定される槽内液体温度測

定値

である。

【0027】温度差(Tset-T16)の演算は主制御器用加算器21で行われ、その他の制御演算は主制御器2で行われる。つまり、主制御器用加算器21は槽内温度目

標値Tsetと槽内液体温度の測定値T16との差を算出し、その結果 (Tset - T16) を主制御器2に与える。

【0028】過渡制御器19、20は、3個の壁温検出器13～15で測定される3個所の加压槽壁温の測定値T13、T14、T15に基づき、第1加熱手段のヒータ10により加温される個所の加压槽壁温T13を目標値とし、この加压槽壁温T13に第2及び第3加熱手段のヒータ11、12により加温される2個所の加压槽壁温T14、T15を一致させる制御を、第2及び第3加熱手段のサイリスタ8、9に対して行う。

【0029】詳細には第1過渡制御器19は、第1壁温\*

\* 検出器13で測定される加压槽壁温の測定値T13と第2壁温検出器14で測定される加压槽壁温の測定値T14との温度差 (T13 - T14) がゼロになるような制御演算を行って制御信号S2を出力する。制御信号S2は第1スイッチ5の過渡制御器側Bを通して、第2加熱手段のサイリスタ8に与えられる。制御信号S2もサイリスタの出力電力を決定する。本例では、制御信号S2はPID制御の次式数3で得られ、この式に基づいて第1過渡制御器19が制御信号S2を算出する。

10 【0030】

【数3】

$$S2 = KP \cdot (T13 - T14) + \frac{1}{T1} \int (T13 - T14) dt + TD \frac{d}{dt} (T13 - T14)$$

・・・数3

【0031】ここで、KP: PID制御器のゲイン定数

TI: PID制御器の積分定数

TD: PID制御器の微分定数

T13: 壁温検出器13で測定される加压槽壁温測定値

T14: 壁温検出器14で測定される加压槽壁温測定値である。

【0032】温度差 (T13 - T14) の演算は第1過渡制御器用加算器22で行われ、他の制御演算は第1過渡制御器19で行われる。つまり、第1過渡制御器用加算器22は第1加熱手段のヒータ10に対応する個所の加压槽壁温測定値T13と第2加熱手段のヒータ11に対応する個所の加压槽壁温測定値T14との差を算出し、その結果 (T13 - T14) を第1過渡制御器19に与える。※

※ 【0033】同様に、第2過渡制御器20は、第1壁温検出器13で測定される加压槽壁温の測定値T13と第3壁温検出器15で測定される加压槽壁温の測定値T15との温度差 (T13 - T15) がゼロになるような制御演算を行って制御信号S3を出力する。制御信号S3は第2スイッチ6の過渡制御器側Bを通して、第3加熱手段のサイリスタ9に与えられる。制御信号S3もサイリスタの出力電力を決定する。本例では、制御信号S3はPID制御の次式数4で得られ、この式に基づいて第2過渡制御器20が制御信号S3を算出する。

20 【0034】

【数4】

$$S3 = KP \cdot (T13 - T15) + \frac{1}{T1} \int (T13 - T15) dt + TD \frac{d}{dt} (T13 - T15)$$

・・・数4

【0035】ここで、KP: PID制御器のゲイン定数

TI: PID制御器の積分定数

TD: PID制御器の微分定数

T13: 壁温検出器13で測定される加压槽壁温測定値

T15: 壁温検出器15で測定される加压槽壁温測定値である。

【0036】温度差 (T13 - T15) の演算は第2過渡制御器用加算器23で行われ、他の制御演算は第2過渡制御器20で行われる。つまり、第2過渡制御器用加算器23は第1加熱手段のヒータ10に対応する個所の加压槽壁温測定値T13と第3加熱手段のヒータ12に対応する個所の加压槽壁温測定値T15との差を算出し、その結果 (T13 - T15) を第2過渡制御器20に与える。

【0037】切替器4と第1及び第2のスイッチ5、6は前述のように制御切替手段を構成するものであり、加温制御が過渡時か否かを判定し、加温制御過渡時であると判定する場合には、第1の加熱手段のサイリスタ7に對して主制御器2により制御を行わると共に、残り2

台の第2及び第3加熱手段のサイリスタ8、9に対してはそれぞれ第1及び第2過渡制御器19、20により制御を行わせる。加温制御過渡時でないと判定する場合には、同残り2台の加熱手段のサイリスタ8、9に対しても過渡制御器19、20に代えて第1の加熱手段のサイリスタ7と共通に主制御器2により制御を行わせる。

40 【0038】加温制御が過渡時か否かの判定として本例では、切替器4で槽内液体温度の測定値T16と目標値Tsetに基づき、 $\Delta T = |Tset - T16|$ により槽内液体温度と目標値との差 $\Delta T$ を算出し、この差 $\Delta T$ を或るしきい値Trefと比較することにより、差 $\Delta T$ がしきい値Trefより大きい場合には加温制御が過渡時であると判定し、差 $\Delta T$ がしきい値Trefより小さい場合には加温制御が過渡時でないと判定し、その結果に応じて第1及び第2スイッチ5、6の動作を制御する。しきい値Trefの最適値は試運転時に定めることとする。

【0039】詳細には、加温制御が過渡時である場合は、切替器4は第1及び第2スイッチ5、6を過渡制御

器側Bに動作させる。これにより、第1スイッチ5は主制御器2で算出される制御信号S1と第1過渡制御器19で算出される制御信号S2との内、第1過渡制御器19で算出される制御信号S2を選択して第2加熱手段のサイリスタ8に与える。また、第2スイッチ6は主制御器2で算出される制御信号S1と第2過渡制御器20で算出される制御信号S3との内、第2過渡制御器20で算出される制御信号S3を選択して第3加熱手段のサイリスタ9に与える。第1加熱手段のサイリスタ7には主制御器2で算出される制御信号S1が直接与えられる。

【0040】加温制御が過渡時でない場合は、切替器4は第1及び第2スイッチ5、6を主制御器側Aに動作させる。これにより、第1スイッチ5及び第2スイッチ6は共に、主制御器2で算出される制御信号S1を選択して第2加熱手段のサイリスタ8及び第3加熱手段のサイリスタ9にそれぞれ与える。第1加熱手段のサイリスタ7には過渡時と同じく主制御器2で算出される制御信号S1が与えられる。

【0041】次に、図1の加压槽加温制御装置の全体的な動作を説明する。加压槽18に対する加温をスタートすると、加温制御初期は過渡時（槽内液体温度と目標値との差 $\Delta T$ がしきい値Tref以上の時）であるから第1、第2両スイッチ5及び6が過渡制御器側Bに切り替わり、第2ヒータ11により加温される加压槽壁温T14及び第3ヒータ12により加温される加压槽壁温T15を第1ヒータ10により加温される加压槽壁温T13に一致させるように、第1、第2両過渡制御器19及び20が制御演算を行い、第2、第3サイリスタ8及び9を通してのヒータ電力制御が始まる。第1ヒータ10については従来通り槽内液体温度T16が目標値Tsetになるように主制御器2により第1サイリスタ7を通してヒータ電力制御がなされており、第2及び第3両ヒータ11、12も加压槽壁温を媒介に第1ヒータ10と連動していることから、槽内液体温度T16が目標値Tsetに近づいて行く。その後、槽内液体温度と目標値との差 $\Delta T$ がしきい値Tref以下になると、第1及び第2両スイッチ5、6が主制御器側Aに切り替わり、第2及び第3両ヒータ11、12は共に、第1ヒータ10と同様の主制御器2による槽内液体温度制御に切替わる。

【0042】このため、加温制御初期に限らず槽内液体温度と目標値との差 $\Delta T$ がしきい値Tref以上となる加温制御過渡時にも、第1～第3ヒータ10～12に対応する加压槽壁温T13、T14、T15に大きな温度差を生じることなく、槽内液体17を槽内温度目標値Tsetに加温することが可能である。従って、加温制御過渡時に加压槽18に熱歪が発生し難くなり、加压槽のリーク発生が無くなる。

【0043】また、加温制御定常時（槽内液体温度と目標値との差 $\Delta T$ がしきい値Trefより小さい時）には、第1～第3全てのヒータ10～12が、従来と同じく槽内

液体温度が目標値Tsetになるように主制御器2により第1～第3サイリスタ7～9を通して制御されるので、高精度の温度制御が可能である。

【0044】従って、熱水鉱床の深海微生物実験分野における培養環境の実現等に大いに寄与する。

【0045】以上説明した図1の加压槽加温制御装置は加熱手段が3台の場合についてのものであるが、一般に加熱手段が任意の複数N台の場合について、i=1～N、j=1～N-1とし、またi台目の加熱手段がi台

10 目のサイリスタとこのサイリスタの出力電力が供給されて発熱するi台目のヒータを含むものとすれば、i番目の壁温検出手段はi台目のヒータにより加温される加压槽i番目の個所の壁温を測定するものであり、j番目の過渡制御手段はj+1台目のヒータにより加温される加压槽j+1番目の個所の壁温を1台目のヒータにより加温される加压槽1番目の個所の壁温に一致させるための制御信号を算出するものであり、制御切替手段はN-1個のスイッチ手段を含み、任意の1台目のサイリスタに對して主制御手段が算出する槽内液体温度を目標値に一致させるための制御信号を与え、j+1台目のサイリスタに對してはj番目のスイッチ手段により選択的に、加温制御が過渡時である場合はj番目の過渡制御手段が算出する制御信号を、加温制御が過渡時でない場合は主制御手段が算出する制御信号を与えるものである。

【0046】上述した例では加熱手段として、サイリスタとこのサイリスタの出力電力が供給されて発熱するヒータからなるものを説明したが、このような組み合わせに限らず、発熱量が制御可能なものであれば何でも良い。

30 【0047】また、加温制御過渡時か否かの判定も、槽内液体温度の測定値と目標値との差 $\Delta T$ としきい値Trefとを比較して行う他、目標値が固定している場合には単に槽内液体温度の測定値をしきい値と比較することにより達成できる。或いは温度によらず、タイマを用いて加温制御開始時から予め定めた一定時間の間を過渡時と判定する等、任意の方法により判定するものであって良い。

【0048】更に、主制御器2、第1及び第2過渡制御器19、20、加算器21～23、切替器4、第1及び第2スイッチ5、6等は個別のハードウェアであっても良く、或いはCPU（中央処理装置）とソフトウェアを主体に構成したもの等であっても良く、構成は自由である。

【0049】また更に、加温制御が過渡時であるか否かを判定すること無く、従って過渡時と定常時とを問わず、（1）温度検出手段により槽内液体の温度と、各加熱手段でそれぞれ加温される加压槽各部の壁温とを測定し、任意1台の加熱手段に対しは槽内液体温度の測定値と目標値を用いて槽内液体温度を目標値に一致させる制御を行い、残りの加熱手段に対しは加压槽各部の壁温の

測定値を用いて同残りの加熱手段により加温される加压槽壁温を前記任意1台の加熱手段により加温される加压槽壁温に一致させる制御を行う加压槽加温制御方法、或いは、(2)槽内液体の温度を測定する槽内温度検出手段と、N台の加熱手段により加温される加压槽N個所の壁温をそれぞれ測定するN個の壁温検出手段と、目標値と槽内温度検出手段で測定される槽内液体温度の測定値とに基づき、任意1台の加熱手段に対して、槽内液体温度が目標値に一致するように制御を行う主制御手段と、壁温検出手段で測定されるN個所の加压槽壁温の測定値に基づき、残りN-1台の加熱手段に対して、同残りN-1台の加熱手段により加温される各個所の加压槽壁温が前記任意1台の加熱手段により加温される個所の加压槽壁温に一致するようにそれぞれ制御を行うN-1個の別の制御手段とを具備する加压槽加温制御装置とすることも可能であり、何れの場合も、液体を加压する加压槽を複数の分割されたヒータ等で外部より加温する場合に、加温制御過渡時に熱歪を発生させずに、温度制御を行うという所期の目的は達成することができる。

## 【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、海水等の槽内液体を加压する加压槽を複数の分割された加熱手段で外部より加温する場合に、加温制御過渡時に熱歪を発生させずに温度制御を行うことができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る加压槽加温制御装置の構成を示すブロック図。

【図2】従来の加压槽加温制御装置の構成を示すブロック図。

## 【符号の説明】

1	温度設定器
2	主制御器
3	温度制御装置
4	切替器
5	第1スイッチ
6	第2スイッチ
7	第1ヒータ用サイリスタ
8	第2ヒータ用サイリスタ
9	第3ヒータ用サイリスタ
10	第1ヒータ
11	第2ヒータ
12	第3ヒータ
13	第1壁温検出器
14	第2壁温検出器
15	第3壁温検出器
16	槽内温度検出器
17	槽内液体
18	加压槽
19	第1過渡制御器
20	第2過渡制御器
21	主制御器用加算器
22	第1過渡制御器用加算器
23	第2過渡制御器用加算器

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

20

【図2】

